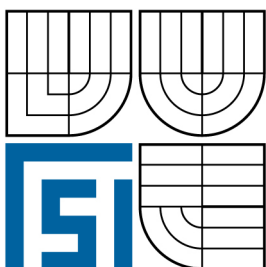


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

VIZUALIZACE PROCESŮ

SCADA/HMI SYSTEMS IN PROCESS CONTROL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUBOMÍR SOBOTKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PETR CHLÁPEK

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav procesního a ekologického inženýrství

Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Lubomír Sobotka

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Vizualizace procesů

v anglickém jazyce:

SCADA/HMI systems in process control

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Seznámení se se základy problematiky řízení procesů a s praktickým využitím vizualizačních prostředků.

Cíle bakalářské práce:

Ucelený souhrn základních principů automatického řízení a základní popis vybraných vizualizačních programů používaných v procesním průmyslu a energetice.

Seznam odborné literatury:

Balátě, J. Automatické řízení

Landryová, L. Vizualizace

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Chlápek

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

V Brně, dne 19.11.2008

L.S.

prof. Ing. Petr Stehlík, CSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Anotace

Hlavním cílem této práce je vytvořit ucelený souhrn základních principů automatického řízení v procesním průmyslu a popsat vybrané vizualizační programy používané v procesním průmyslu a energetice. Práce popisuje základy problematiky automatického řízení procesů a zabývá se teorií tvorby vizualizačních obrazovek a programy označované zkratkou jako SCADA/HMI.

Annotation

The aim of the bachelor thesis is to make summary basic principles of automatic control in process and power industry and describe chosen software, which is used in process and power industry. This thesis describes basic problems of automatic control and is engaged in theory of making visualization screen and software know as SCADA/HMI.

Klíčová slova

Automatické řízení, regulace, regulátor, akční člen, měřící člen, ústřední člen, PLC, vizualizace, SCADA/HMI, objekty, barvy, alarmy, události, trendy, archivace dat, provozní deník.

Keywords

Automatic control, regulation, regulator, actuator, perceptor, controlling element, PLC, vizualization, SCADA/HMI, objects, colours, alarms, events, trends, archivation data, diary.

Bibliografická citace

SOBOTKA, L. *Vizualizace procesů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 21 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Chlápek.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci na téma Vizualizace procesů vykonal samostatně, za pomoci vedoucího práce, doporučené a vhodné literatury. Všechny zdroje, ze kterých jsem čerpal jsou v práci uvedeny.

Poděkování

Děkuji p. Ing. Petru Chlápkovi za vedení a pomoc při psaní této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům a rodině za podporu při studiu.

Obsah

| | |
|--|----|
| Seznam obrázků..... | 2 |
| Soupis anglických zkratk v oboru regulace..... | 3 |
| 1 Úvod..... | 4 |
| 2 Automatické řízení v procesním průmyslu..... | 5 |
| 2.1 Základní regulační obvod..... | 6 |
| 2.2 Regulátor..... | 7 |
| 2.3 Struktura řídicího systému..... | 8 |
| 3 Systémy vizualizace projektu - programy pro vizualizaci..... | 8 |
| 3.1 Pojem vizualizace..... | 9 |
| 3.2 Vizualizační systémy..... | 9 |
| 3.3 Typy vizualizačních programů | 11 |
| 3.4 Rozdělení programového vybavení | 12 |
| 3.4.1 Ergonomické a psychologické hlediska HMI..... | 12 |
| 3.4.2 Rozdělení plochy obrazovky..... | 13 |
| 3.4.3 Objekty na obrazovce..... | 14 |
| 3.4.4 Barvy..... | 14 |
| 3.4.5 Alarmy, události..... | 16 |
| 3.4.6 Trendy, archivace dat..... | 17 |
| 3.4.7 Provozní deník..... | 17 |
| 3.5 Rozdíly od sekvenčního programování..... | 18 |
| 4 Přehled trhu | 18 |
| 5 Závěr..... | 20 |
| Seznam použité literatury..... | 21 |
| Seznam příloh..... | 21 |

Seznam obrázků

| | | |
|---------------|--|-----------|
| <i>Obr.1</i> | <i>Vztah mezi řízením, ovládáním a regulací</i> | <i>5</i> |
| <i>Obr.2</i> | <i>Blokové schéma systému ovládání</i> | <i>5</i> |
| <i>Obr.3</i> | <i>Blokové schéma systému regulace</i> | <i>6</i> |
| <i>Obr.4</i> | <i>Blokové schéma základního regulačního obvodu</i> | <i>6</i> |
| <i>Obr.5</i> | <i>Blokové schéma regulátoru</i> | <i>7</i> |
| <i>Obr.6</i> | <i>Zjednodušená struktura řídicího systému</i> | <i>8</i> |
| <i>Obr.7</i> | <i>Pyramida s IaŘS s HMI</i> | <i>9</i> |
| <i>Obr.8</i> | <i>Příklad vizualizace technologického procesu pomocí SCADA/HMI systému</i> | <i>10</i> |
| <i>Obr.9</i> | <i>Vývojová verze systému Reliance</i> | <i>11</i> |
| <i>Obr.10</i> | <i>Runtime verze systému Reliance</i> | <i>12</i> |
| <i>Obr.11</i> | <i>Doporučené rozdělení obrazovky</i> | <i>13</i> |
| <i>Obr.12</i> | <i>Ilustrativní vizualizační obrazovka s příklady objektů z knihovny symbolů ArchestrA</i> | <i>14</i> |
| <i>Obr.13</i> | <i>Ilustrativní příklad zobrazení trendů v systému Promotic</i> | <i>17</i> |

Soupis anglických zkratek v oboru regulace

| <i>zkratka</i> | <i>anglicky</i> | <i>česky</i> |
|------------------|---|--|
| <i>HMI</i> | <i>Human - Machine Interface</i> | <i>rozhraní člověk - stroj</i> |
| <i>PLC</i> | <i>Programmable Logic Controller</i> | <i>programovatelný automat</i> |
| <i>PAC</i> | <i>Programmable Automation Controller</i> | <i>programovatelný automat</i> |
| <i>SCADA/HMI</i> | <i>Supervisory Control And Data Acquisition / Human - Machine interface</i> | <i>Supervizní řízení a sběr dat/ rozhraní člověk- stroj</i> |
| <i>CIM</i> | <i>Computer Integrated Manufacturing</i> | <i>Výroba integrovaná pomocí počítačů</i> |
| <i>MES</i> | <i>Manufacturing Execution Systems</i> | <i>Výrobní informační systémy</i> |
| <i>ERP/MRP</i> | <i>Enterprise Resource Planning / Manufacturing Resource Planning</i> | <i>Podnikové plánování prostředků / Výrobní plánování prostředků</i> |
| <i>PID</i> | <i>Process Identifier Diagram</i> | <i>procesní diagram (technologické schéma)</i> |

1 Úvod

Technologické nebo výrobní procesy jsou souhrnem činností uspořádaných v časovém sledu na sebe navazujících operací s cílem vytvořit nějaký nový produkt. Tyto procesy mohou být velice složité, často prostorově rozlehlé, nebo se vyskytující v náročných provozních podmínkách. Ze složitosti a náročnosti vyplývá potřeba kvalitního a spolehlivého řízení těchto procesů. Právě spolehlivost hraje při řízení rozhodující roli. Při řízení člověkem může často docházet k chybám, které mohou plynout nejenom z neodbornosti, ale také z nepozornosti vznikající zvláště při rutinní práci. Částečné zamezení vlivu lidského faktoru je jedním z důvodů pro zavádění automatizovaného řízení.

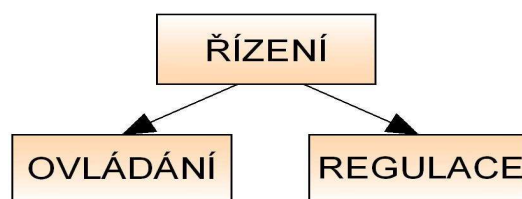
Postupem času a vývoje automatizovaného řízení se vyvinula široká matematická základna i prostředky. V dnešní době automatizovaný systém řízení realizuje nejen řídicí, tj. ovládací a regulační funkce, ale i funkce informační. K těmto funkcím náleží i začlenění operátora do systému prostřednictvím vizualizačních funkcí. Právě vizualizace slouží jako rozhraní, které ulehčuje řízení technologií. Je to však zlomek celkové problematiky automatizovaného řízení.

Tato bakalářská práce popisuje systémy pro vizualizaci z obecného hlediska a jako součást celého informačního a řídicího systému.

2 Automatické řízení v procesním průmyslu

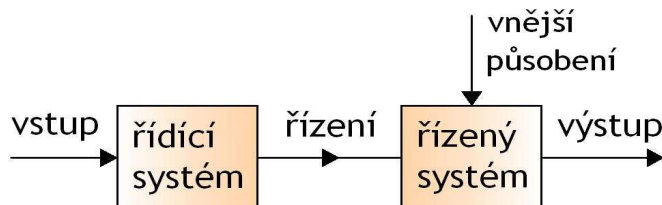
Abychom se mohli zabývat systémy pro vizualizaci technologických procesů, je dobré se seznámit se základy automatického řízení používaného v procesním průmyslu. Následující podkapitoly popisují pojem řízení, regulaci, základní regulační schéma a regulátor.

Automatizace je nahrazování lidské řídicí činnosti při výrobě i mimo výrobní proces činnostmi různých přístrojů a zařízení. Základem automatizace je **řízení**. Řízení je cílené působení na řízený objekt tak, aby se dosáhlo určitého cíle [2]. Podle toho jaké řízení provádíme, rozlišujeme **řízení ruční** a **automatické**. Typickým příkladem je řízení letadla člověkem a autopilotem. Důležitým hlediskem pro dělení řízení je, zda výsledek řízení je anebo není zpětně kontrolován- zda je či není zpětná vazba při řízení. Podle toho rozlišujeme **ovládání** nebo **regulaci**. (Obr. 1)



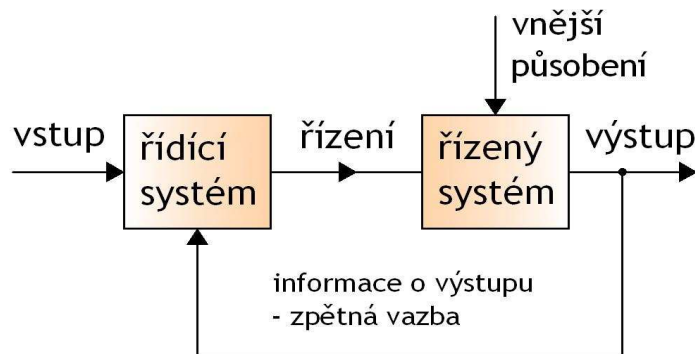
Obr. 1 Vztah mezi řízením, ovládáním a regulací [1]

- **Ovládání** je systém řízení bez zpětné kontroly - vazby. Řídicí systém je informován pouze o vstupu, ale není informován o poruchách a o stavu řízeného systému. (Obr. 2)



Obr.2 Blokové schéma systému ovládání [2]

- **Regulace** je systém řízení se zpětnou vazbou. Řídicí systém není sice informován o poruchách, ale je informován o velikosti nebo kvalitě řízené veličiny (Obr. 3). Regulace je udržování určité fyzikální veličiny na konstantní hodnotě nebo jinak podle nějakého pravidla se měnící hodnotě. Jde o regulaci na konstantní hodnotu. Během regulace se zjišťují hodnoty této veličiny a srovnávají se s hodnotou, kterou má mít. Podle zjištěných odchylek se zasahuje do regulačního procesu v tom smyslu, aby se odchylky odstranily.

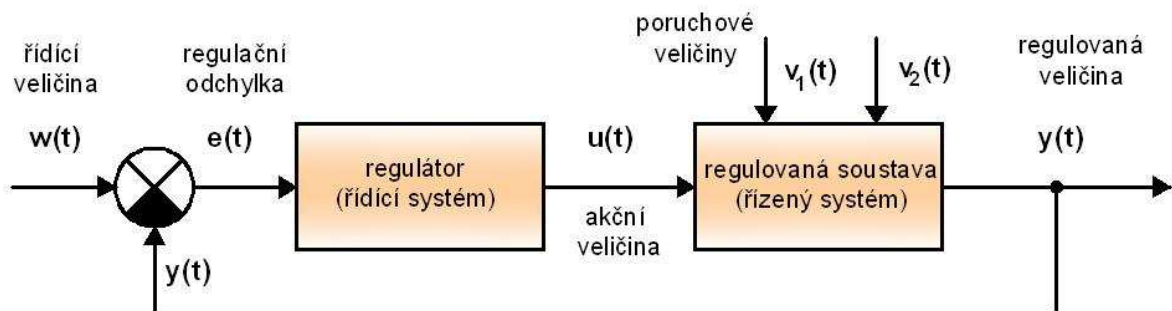


Obr.3 Blokové schéma systému regulace

2.1 Základní regulační obvod

Regulace se uskutečňuje v regulačním systému zvaném **regulační obvod**. V regulačním obvodu vystupují dvě hlavní části: **regulátor**, nebo-li řídící systém a **regulovaná soustava**, nebo-li řízený systém. **Regulátor** je zařízení, které uskutečňuje regulaci a je za tímto účelem úmyslně sestrojeno.

Regulovaná soustava je objektem regulace: je regulátorem regulována (respektive některá její veličina). Regulační obvod obsahující regulátor a regulovanou soustavu můžeme znázornit blokovým schématem, který je zobrazen na obr. 4.



Obr.4 Blokové schéma základního regulačního obvodu [2]

Výstupní veličinou regulačního obvodu, která se regulací udržuje na požadované hodnotě, je **regulovaná veličina** označována $y(t)$. Regulované veličiny mohou být nejrůznější fyzikální veličiny jako teplota, tlak, poloha, rychlost atd.

Řídící veličina $w(t)$ je veličina, pomocí které nastavujeme hodnotu, kterou má dosahovat regulovaná veličina. Určuje tedy vždy žádanou hodnotu regulované veličiny (předepsanou hodnotu, na které se má regulovaná veličina udržovat, nebo podle které se má měnit).

Ve spojitém regulačním obvodu se hodnota regulované veličiny trvale měří a porovnává se žádanou hodnotou, kterou je řídící veličina a vytváří se rozdíl

$$e(t) = w(t) - y(t) \quad (2.1)$$

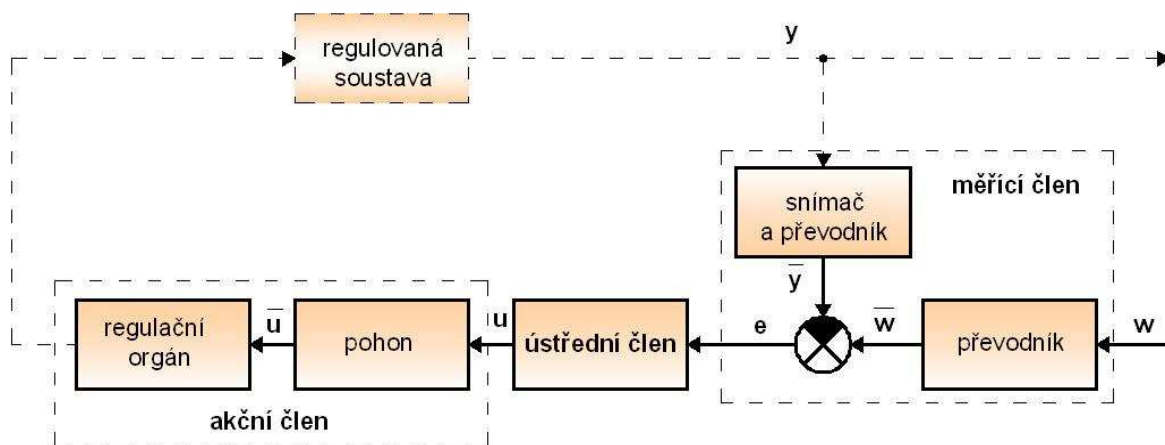
který se nazývá **regulační odchylka $e(t)$** . Jakmile je rozdíl mezi regulovanou veličinou a její požadovanou hodnotou, má regulační odchylka nenulovou hodnotu a regulátor provádí akční zásah.

Do regulačního procesu je potřeba zasahovat tak, aby se regulační odchylka $e(t)$ udržovala nulová nebo co nejmenší. To se uskutečňuje výstupní veličinou regulátoru, která je vstupní veličinou regulované soustavy - je to tzv. **akční veličina $u(t)$** .

Příčinou proč musíme regulovat, jsou poruchy - **poruchové veličiny $v_1(t), v_2(t), \dots$** . Poruchové veličiny nežádoucím a nepředvídatelným způsobem působí na regulovanou soustavu a ovlivňují regulovanou veličinu.

2.2 Regulátor

Regulátor je zařízení, které prostřednictvím akční veličiny $u(t)$ působí na regulovanou soustavu tak, aby se regulovaná veličina udržovala na předepsané hodnotě a regulační odchylka byla nulová nebo co nejmenší, tzn. provádí regulaci. Regulátor se neskládá z pouze jednoho, ale několika prvků. (Obr. 5)



Obr.5 Blokové schéma regulátoru [3]

Měřicí (percepční) člen zjišťuje skutečnou hodnotu regulované veličiny a vytváří regulační odchylku. Elektrický regulátor obsahuje snímač s převodníkem, který převádí skutečnou hodnotu na elektrické napětí, převodník řídící veličin a porovnávací člen.

Druh snímače volíme podle toho, jakou fyzikální veličinu chceme regulovat. U snímače je hlavně důležitá jeho přesnost, neboť regulační obvod nemůže regulovat přesněji, než je přesnost snímače. Porovnávací člen provádí odečítání výstupního signálu ze snímače od signálu žádané hodnoty regulované veličiny a takto vytvořený rozdíl je regulační odchylka.

Ústřední člen regulátoru zpracovává regulační odchylku. Může ji zesilovat, integrovat nebo derivovat. Ústřední člen má rozhodující vliv na regulační pochod. Jeho vlastnosti jsou volitelné a právě při návrhu volíme vhodný regulátor s vhodnými vlastnostmi, který nám zajistí správný a požadovaný chod regulačního obvodu.

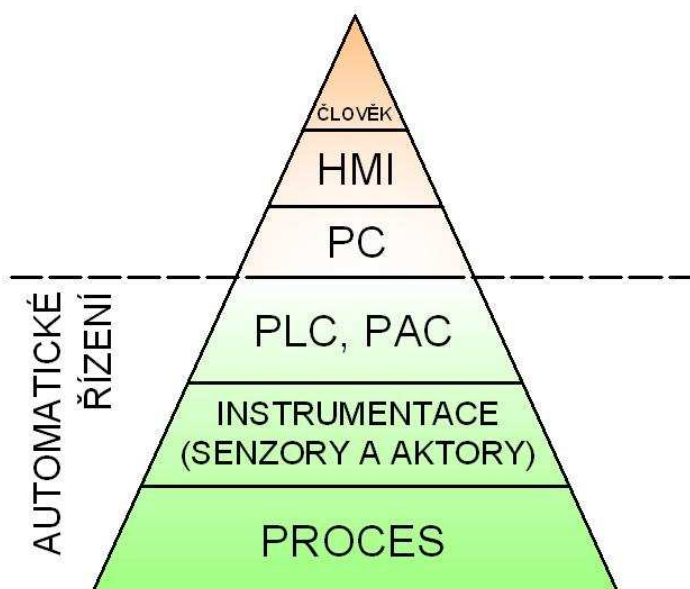
Akční člen (aktor) regulátoru se skládá z pohonu a regulačního orgánu. Pohon nebo někdy též servomotor dodává energii regulačnímu orgánu, mění jeho polohu, natočení, otevření apod. Regulační orgán přímo ovládá akční veličinu. Mezi regulační orgány zahrnujeme různé ventily, klapky, šoupátka apod. Regulační orgán je často považován za součást regulované soustavy.

Podrobnější informace týkající se automatického řízení jsou dostupné např. v literatuře Automatické řízení [1] a Základy automatizace [2], které byly použity při psaní druhé kapitoly.

2.3 Struktura řídicího systému

Automatické řízení, o kterém byla doposud řeč, zaujímá v hierarchii řídicího systému převážně nižší úroveň (obr. 6). Na špici pyramidy figuruje člověk, který skrze systémy **HMI** (*human - machine interface* nebo-li rozhraní člověk - stroj) ovládá nějaký technologický proces, který je na nejnižší pozici.

Systémy HMI běží zpravidla na běžných PC, které kromě komunikace s programovatelnými automaty zajišťují i archivaci dat. Programovatelné logické automaty, zkratkou označovány jako **PLC** z anglického *Programmable Logic Controller* (V moderním pojetí je někdy výraz PLC nahrazován tzv. PAC) vykonávají funkci regulátoru s integrovaným rozhraním pro komunikaci. PLC přijímají informace od **senzorů**, které snímají daný proces. Podle algoritmu je zpracují a následně vysílají instrukce **akčnímu členu** (aktoru), který vykoná zásah do ovládaného procesu.



Obr.6 Zjednodušená struktura řídicího systému

3 Systémy vizualizace projektu - programy pro vizualizaci

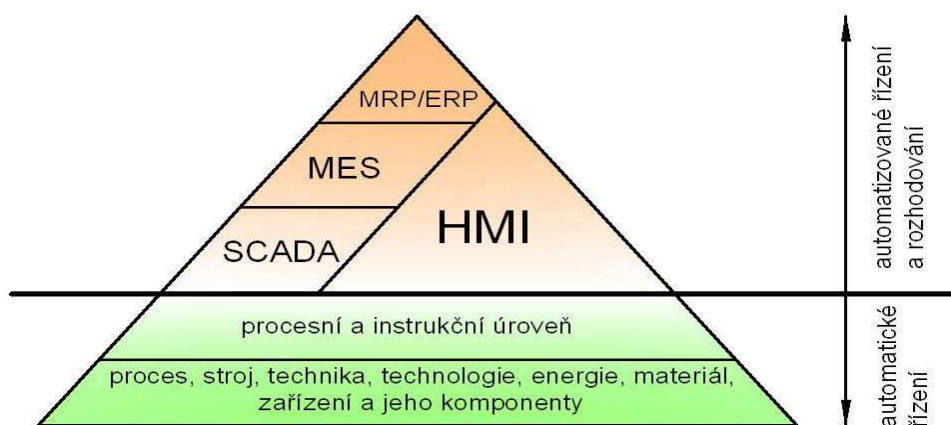
Předchozí kapitola byla zaměřena na nejnižší úroveň hierarchie řídicího systému (podle obr. 6), na úroveň označenou jako automatické řízení. Následující kapitoly se zabývají hlavním tématem této bakalářské práce. Popisují pojem vizualizace a zabývají se vizualizačními systémy mezinárodně označovanými jako **SCADA/HMI**. Tato problematika je dobře popsána v publikaci [3], která byla hlavní doporučenou literaturou pro tuto práci.

3.1 Pojem vizualizace

Nejvíce informací člověk získává vizuálním kontaktem s okolním světem. Pomocí vizuálních vjemů si vytváří vlastní mentální modely světa, vlastnosti a vztahy. Ne vše je zcela, nebo alespoň částečně viditelné. Zvláště pak technologické nebo výrobní procesy. Proto je potřeba tyto procesy zviditelňovat, nebo-li vizualizovat. **Vizualizace** obecně je použití technologických, technických, programových nebo komunikačních prostředků pro zviditelnění definovaných objektů. S vizualizací se můžeme setkat v mnoha oblastech.

V technologii a výrobních procesech - operátor, supervisor, dispečer, manažer. V automatizaci návrhu designu výrobku, v geografických informačních systémech, u grafické a vědecké vizualizace. Nebo i u strojového vidění či virtuální reality.

V průmyslové automatizaci používané v **informačním a řídicím systému** (dále jen **IaŘS**) je vhodné rozlišovat definice průmyslové a procesní vizualizace. Průmyslová vizualizace je použití teoretických, technických, programových a komunikačních prostředků v průmyslovém podniku pro zviditelňování definovaných (abstraktních nebo reálných) objektů v automatizovaných částech IaŘS. Procesní vizualizace je použití teoretických, technických, programových a komunikačních prostředků v průmyslovém podniku pro zviditelňování definovaných (abstraktních nebo reálných) týkajících se technologického nebo výrobního procesu. Při procesní vizualizaci se však nejedná jen o pouhé grafické zobrazení objektů, ale o činnosti jako jsou například definování, získání a zpracování. Grafická stránka objektů je uživatelským rozhraním mezi technologickým nebo výrobním procesem (strojem), procesním řídicím systémem a člověkem (uživatelem). (Obr. 7) Obrázek bude dále popsán v následující kapitole.



Obr.7 Pyramida s IaŘS s HMI [3]

3.2 Vizualizační systémy

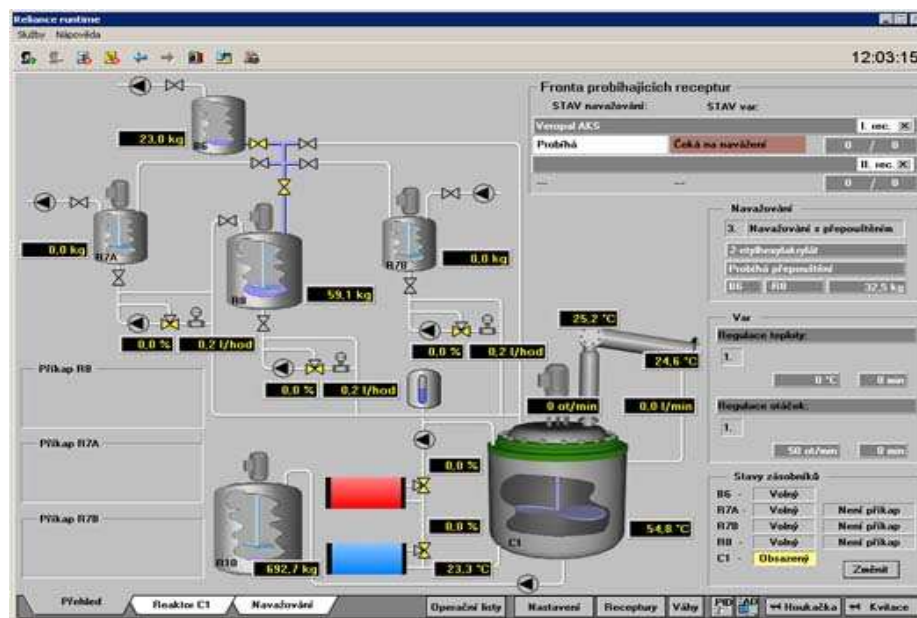
Současné modely průmyslových IaŘS jsou převážně hierarchické (pyramidové) s prvky fyzické a logické distribuce. Pyramida IaŘS na obr. 7 představuje jednu z variant vnímání CIM s nadřazenými úrovněmi **SCADA/HMI**, **MES** a **ERP/MRP**.

- CIM (Computer Integrated Manufacturing) - Výroba integrovaná pomocí počítačů, jejím cílem je tvorba technologie automatizované výroby využívající ve všech krocích počítačovou podporu.

- SCADA/HMI (*Supervisory Control And Data Acquisition / Human - Machine interface*) - Supervizní řízení a sběr dat/ rozhraní člověk- stroj. Jde o grafické operátorské rozhraní mezi člověkem a výrobním procesem umožňující dohled, řízení a sběr dat z daného řízeného procesu.
- MES (*Manufacturing Execution Systems*) - Výrobní informační systémy umožňující detailní sledování celé výroby. Cílem je zpřístupnit vedení podniku skutečné údaje o výrobě potřebné pro výrobní a řídicí účely.
- ERP/MRP (*Enterprise Resource Planning / Manufacturing Resource Planning*) - Podnikové plánování prostředků/ Výrobní plánování prostředků. Jsou to integrované informační systémy zabezpečující organizační plánování, řízení a kontrolu výrobního procesu od naplánování výrobní zakázky přes vlastní výrobu až po odbyt s přihlédnutím k termínovým a kapacitním možnostem výroby.

Právě systémy zkratkou označované jako SCADA/HMI, česky známé jako vizualizační systémy, slouží jako rozhraní mezi vyššími úrovněmi podnikových informačních systémů a mezi vlastním provozem. České pojmenování vizualizační systém není překladem zkratky SCADA/HMI, ale používá se ve shodném významu. Jako vizualizační systém je označován programový produkt, který je používán univerzálně jako nástroj, se kterým lze vytvořit specializovanou aplikaci, která zviditelňuje stav a děje v konkrétním řízeném objektu, umožňuje jeho ruční ovládání a zadávání parametrů a realizuje mnoho dalších funkcí, např. dlouhodobé monitorování a dokumentování vývoje procesu (je užitečné k prokazování objemu produkce, její kvality, spotřeby energie a surovin, k určení příčiny nebo viníka případných problémů, ztrát a havárií nebo, k řešení technické diagnostiky).

Díky velkému rozšíření osobních počítačů se na trhu objevuje řada systémů, které slouží k rychlému a flexibilnímu vytvoření vizualizačních měřicích nebo řídicích aplikací (např. český systém Reliance). Tímto způsobem je možné poměrně levně vytvořit "velín" z obyčejného PC vybaveného příslušným adaptérem (I/O kartou), komunikující s technologickým zařízením. (obr. 8).

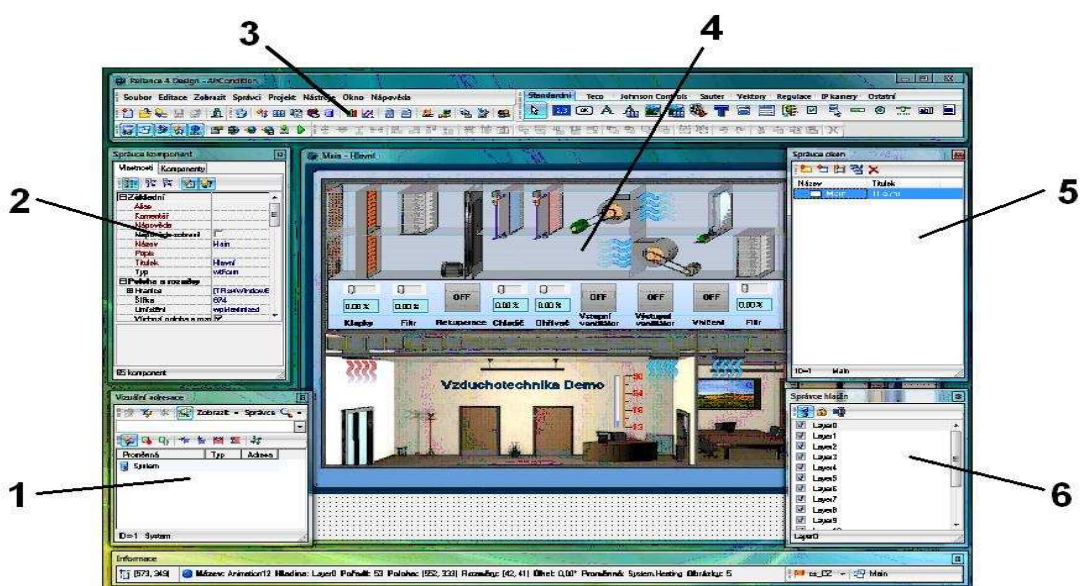


Obr.8 Příklad vizualizace technologického procesu pomocí SCADA/HMI systému [8]

3.3 Typy vizualizačních programů

Vizualizační systémy jsou zpravidla dodávány ve dvou verzích. **Vývojová verze** je určena pro dodavatele řízení technologického objektu, tedy pro programátora vizualizací. (obr. 9) Pomocí vývojové verze je vytvořena (naprogramována) vlastní aplikace a po odladění a ověření je přeložena do verze, která je určena pro rutinní provoz. Pro ni je zažité označení **verze runtime**, někdy i české pojmenování provozní verze. V této verzi není možné měnit jádro programu, lze ji pouze užívat k tomu účelu, ke kterému byla vytvořena. (obr. 10).

Dále je možné setkat se s vizualizačními systémy v bezplatné demonstrační verzi, případně verzi *lite* pro potřeby výuky, zaškolení nebo předvedení uživatelům. Tyto verze však mají většinou svá omezení – někdy dobou, kdy je provozuschopná, jindy svou složitostí (např. s omezeným počtem zpracovávaných proměnných nebo programových objektů). Problematika typů vizualizačních programů je předmětem licenčního rozhodnutí dodavatele programu a může být u každé společnosti rozdílná.



Obr.9 Vývojová verze systému Reliance [8]

1- vizuální adresace, 2- správce komponent, 3- nástrojová lišta, 4- hlavní okno s vizualizací, 5- správce oken, 6- správce hladin



Obr.10 Runtime verze systému Reliance [8]

3.4 Rozdělení programového vybavení

Systémy SCADA/HMI při tvorbě vizualizační obrazovky poskytují programátorovi velkou svobodu. Každá vizualizační obrazovka může být originálem a může být zpracována podle všemožných představ programátora nebo zákazníka. Přesto je pro dobrou funkci vizualizace dobré dodržovat některá psaná i nepsaná pravidla. Ty jsou ve zkratce popsány v následujících kapitolách.

3.4.1 Ergonomické a psychologické hlediska HMI

Pokud je výměna informací mezi uživatele a řízeným systémem jednoduchá a efektivní, nejen to zpřijemňuje práci, ale také zmenšuje možnost chyby a omezuje vznik škod. Z tohoto důvodu musí být výstupní údaje lehce srozumitelné i ve složitých situacích. Proto by zobrazení na obrazovkách mělo být jednoduché, bez zbytečných, neužitečných informací. Pro dobré zpracování obrazovky je důležité dodržet několik pravidel:

- vycházet z PID schémat (technologické schéma daného procesu). Schematicky a podle norem zobrazují dopravní trasy, hradla, ventily a jiné technologické prvky.
- nezobrazovat více informací než je třeba - velké množství informací může odvádět pozornost od důležitých informací a vede ke zvýšení pravděpodobnosti výskytu chyby způsobenou operátorem. Je dobré zobrazovat informace bezprostředně spojené s řízením a monitorováním procesu.
- informace musí být logicky organizována, pokud možno samo vysvětlující
- stejné použití symbolů a barev jednotlivých veličin v různých úrovních a v různých obrazovkách - Prvky, symboly, objekty, které jsou použity vícekrát na různých obrazovkách nebo úrovních by měly být zobrazeny všude stejně. Např. voda bude všude zobrazena zeleně, ventily ovládající vodu budou všude stejné.
- oddělovat stavová hlášení a alarmová hlášení

3.4.2 Rozdělení plochy obrazovky

Obrazovka by měla mít jednoduchou koncepci. Zobrazované údaje je nutné rozdělit do menších skupin, přičemž každá skupina je prezentována svým vlastním oknem. Důraz se klade na nejdůležitější informace, uživatel musí být vždy informován o závažných poruchách. Na obr. 11 je zobrazeno doporučené rozdělení obrazovky, která je rozdělena na tři hlavní části.

V **přehledové části** obrazovky jsou informace o důležitých procesech nebo stavu systému, dále pak informace související bezprostředně s řízením procesu, jako hlášení o výpadku hardwaru, informace o datu a čase, systémových zdrojích a o přihlášeném uživateli. Tato část obrazovky nemůže být překryta jiným textem nebo grafikou.

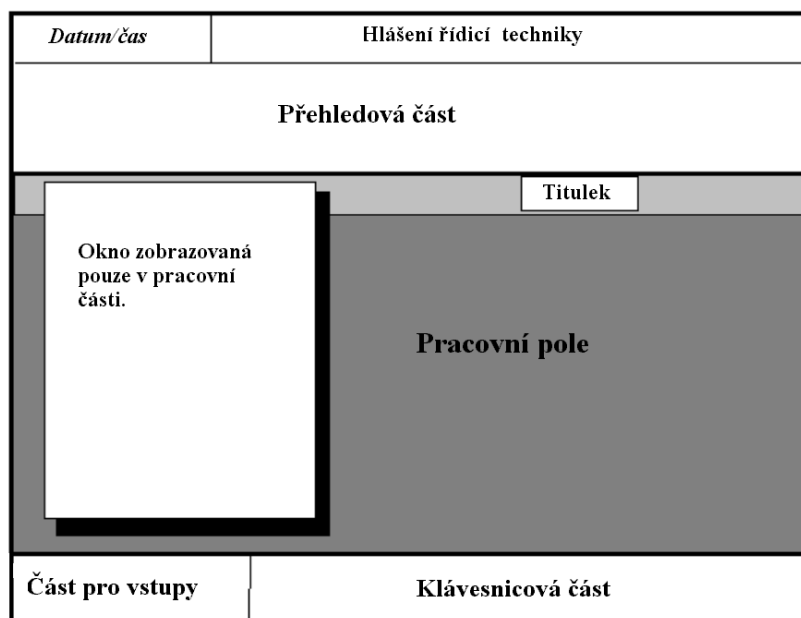
Pracovní část slouží k vizualizaci zvoleného technologického procesu. Obsahuje pohledy, hlášení, trendy, pomocné texty apod. V pohledech jsou podle významu komponent a spojnic vizualizované technologické zařízení, zařízení řídicího systému nebo kombinace obojího.

Pohled na technologii je pohled, ve kterém jsou pomocí grafických objektů znázorněny komponenty technologií jako např. zásobník, nádrž, výměník tepla. V **pohledu na řízení** je symbolické zobrazení komponent řídicí techniky, například zobrazení vstupních hodnot regulátoru. Komponenty jsou propojeny animovanými spojnicemi představující signály. Umožňuje volby objektu, virtuálních kláves zejména pro jednostupňovou obsluhu.

Každé zobrazení by mělo být identifikovatelné podle menu, titulkem, který je obvykle umístěn v horním okraji.

Pomocné informační texty, jako jsou například poznámky nebo návody, by měly být přístupné buď kontextově nebo pomocí indexu tak, aby jejich vyhledávání bylo rychlé. Měly by být zobrazené v pracovní části obrazovky tak, aby nepřekrývaly jiné důležité části.

Klávesnicová část obsahuje nejdůležitější řídicí klávesy pro vstupy, případně popis reálných kláves, které nemohou být přepisovány.



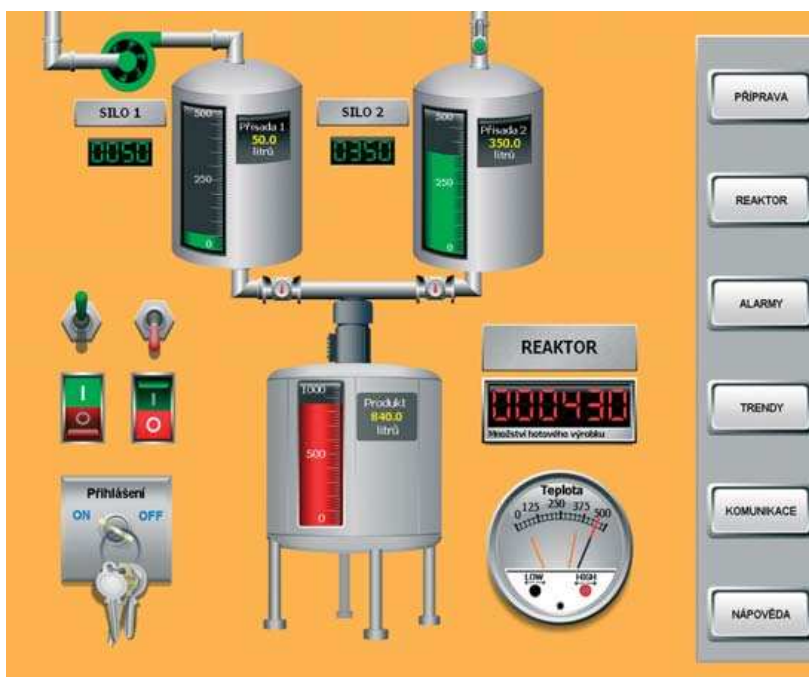
Obr.11 Doporučené rozdělení obrazovky [3]

3.4.3 Objekty na obrazovce

Na řídicí obrazovce se nachází celá řada různých objektů. Ať už jsou to statická pozadí, titulky, jmenovky, statické symboly nebo mřížky pro trendy, které se zpravidla řadí k objektům **statickým**. Řídicí obrazovka obsahuje další objekty a to objekty **dynamické**, neboli animované. Dnešní moderní systémy (např. Wonderware InTouch) pro tvorbu vizualizace obsahují sady základních geometrických tvarů. K dispozici jsou jak základní entity (obdélník, čára, kruh, textové pole aj.), tak složitější tvary jako kruhové nebo oválné výseče, oblouky, křivky a ovládací prvky Microsoft Windows (text box, combo box aj.). Základní tvary jsou důležité při dodržování základních zásad kódování podle platné normy, konkrétně normy ČSN EN 60073 nahrazující starší verzi ČSN IEC 73. Pomocí nich lze vytvářet objekty složené z dílčích grafických symbolů, rotovat je, měnit jejich velikost apod.

Chování grafického symbolu v závislosti na aktuálním stavu v technologickém procesu zajišťují vizualizační animace (procentuální výplň, poloha, šířka a výška, viditelnost aj.), interaktivní animace (akční skripty, vstupy hodnot, tlačítka) a další specifické animace pro daný symbol.

Systémy také obsahují různé **knihovny** (např. u programu InTouch je to knihovna symbolů Archestra, Obr. 12) s již hotovými symboly, které mají ve většině případů vlastní "inteligenci" pro jejich chování. Tyto knihovny jde dále rozšiřovat o původní objekty přizpůsobené vlastním požadavkům, nebo také o nové vlastní symboly navržené přesně pro potřeby daného použití.



Obr.12 Ilustrativní vizualizační obrazovka s příklady objektů z knihovny symbolů Archestra

3.4.4 Barvy

Výběr barvy při návrhu vizualizační obrazovky by měl být v souladu s platnými normami a směrnicemi. Normou popisující tyto zásady je norma ČSN EN 60073. Barvy pro řízení procesu pomocí obrazovek lze rozdělit podle cíle použití:

- barvy pro podklad
- barvy pro kódování informace
- barvy pro vyjádření stejného významu

Barvy pro podklad obrazovky se musí volit tak, aby byla dosažena maximální rozlišitelnost všech barev v popředí. Použité barvy musí poskytovat vzhledem k pozadí vysoký barevný kontrast. Podklad nemá být pestrý, ale achromatický.

Kódování pomocí barev znamená, že se každému stavu přiřadí jedna barva. Barvy jsou pro kódování informace důležité. Barvami je třeba rozlišovat tyto diskrétní stavy:

- poruchy - stavy částečné nebo úplně omezené funkce zařízení
- stavy, při kterých zařízení fungují podle příkazů (např. motor je zapnutý, klapka vypnutá)

Diskrétní stavy nejlépe vyjadřují přirozené barvy. Zelená jako stav bezpečnosti, souhlasu a správnosti, červená vyjadřuje alarmové stavy, zákazy, nebezpečí. Žlutá je vhodná pro označení přítomnosti menšího problému. (Tab.1)

Tab. 1 Význam kódování barev podle starší verze normy ČSN EN 60073, IEC 73. [3]

| Barva | Stav | Stav podle IEC 73 | Požadavky na operátora |
|--------------------------|--|------------------------------|-----------------------------------|
| Červená | alarm | naléhavý případ ¹ | nevyhnutelná okamžitá reakce |
| Žlutá | varování | odchylka od žádaného stavu | věnovat pozornost a dále sledovat |
| Zelenožlutá ² | výstražné varování | odchylka od želaného stavu | věnovat pozornost |
| Zelená | normální | normální | žádná |
| Modrá | výzva k zásahu | | potřebný zásah |
| bílá, šedá, černá | bez speciálního určení (volné použití) | | |

¹ V některých normách se neuvažuje pojem nebezpečí, protože je potřebný zvláštní blokovací systém.

² Pokud je potřebné výstražné varování jako stav, musí se barva odlišovat od žluté pro varování.

Poznámka: IEC 73 - Mezinárodní elektrotechnické normy Mezinárodní elektrotechnické komise pro použití barev světelných návěstí a ovládacích tlačítek.

Pro analogové stavy je možno použít barvy následovně:

- skutečné hodnoty, např. naměřené hodnoty, nebo regulační odchylky - světle zelená
- vstup - bílá
- žádaná hodnota - modrá
- nastavování hodnoty - okrová

Pomocí barev se kódují nejenom diskrétní stavy agregátů (motorů, čerpadel) a akčních členů (ventilů, klapek), nebo technologických zařízení, ale také média (látky, energie a signály). (Tab. 2):

..

Tab.2 Barevné kódování pro látky [3]

| Přepravovaná látka | Barva |
|--------------------|-----------------------------|
| Voda | zelená |
| vodní pára | červená |
| Vzduch | šedivá |
| hořlavý plyn | žlutá nebo žlutá s červenou |
| nehořlavý plyn | žlutá s černou nebo žlutá |
| Kyseliny | oranžová |
| zásadité látky | fialová |
| hořlavé kapaliny | hnědá nebo hnědá s červenou |
| nehořlavé kapaliny | hnědá s černou nebo černá |
| Kyslík | modrá |

3.4.5 Alarmy, události

Alarm obecně je důležitý diskrétní stav vyžadující okamžitou reakci operátora. Podle kódování barev podle IEC 73 by měl být vyjádřen výrazně červenou barvou a zobrazen ve stálém nepřepisovatelném poli.

Alarmy signalizují stavy, které by za běžných podmínek neměly nastat (např. překročení technologických mezí určitých veličin, výpadek komunikace, porucha ventilu apod.). Tyto stavy však vznikají ale i zanikají a je potřeba, aby ho operátor vzal na vědomí tzv. **kvitací**.

Kvitace alarmu je děj, kdy operátor v aplikaci potvrdí daný alarm. (např. potvrdí, že bere na vědomí, že čerpadlo je nebo bylo v poruše). [7]

Každý alarm se může nacházet v jednom z následujících stavů.

- **aktivní nekvitovaný** (zobrazen červeně) - Alarm, který byl aktivován a nedošlo k jeho deaktivaci ani ho operátor nekvitoval.
- **aktivní kvitovaný** (zobrazen žlutě) - Alarm, který byl aktivován, nedošlo k jeho deaktivaci a operátor ho kvitoval.
- **neaktivní nekvitovaný** (modrý) - Alarm, který byl deaktivován ale operátor ho ještě nekvitoval.
- **neaktivní kvitovaný** (zelený) - Alarm, který je deaktivován a pokud je třeba tak ho i operátor kvitoval.

Pro správné chápání stavů je důležité znát pojmy **aktivace** a **deaktivace**.

- **aktivace** - je děj, kdy se daný alarm stane aktivním. Např. čerpadlo se dostane do poruchy. [7]
- **deaktivace** - je děj, kdy daný alarm přestane být aktivním. Např. čerpadlo přestane být v poruše. [7]

Události (často uváděny jako *eventy*) jsou oproti alarmům jednodušší typy dějů, které pouze vznikají a je potřeba je zaznamenávat (např. akce operátora). Jsou to záznamy o provedení určité činnosti (např. zahájení, ukončení, nebo úspěšnost určitého procesu apod.). Tyto události jsou zaznamenávány na disk pro pozdější prohlížení. Viz kapitola 3.4.7

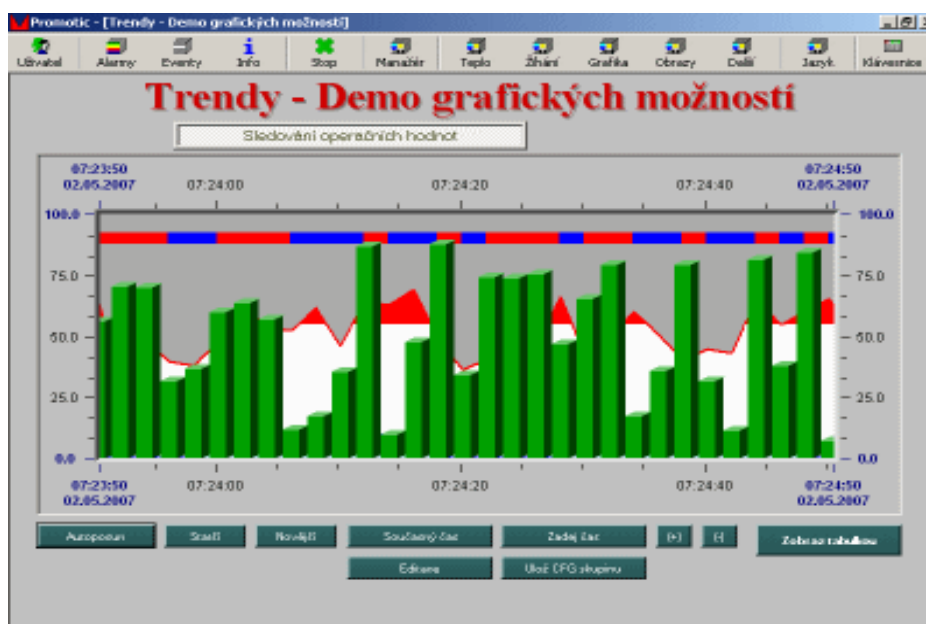
Narozdíl od alarmů, události se jen aktivují ale nekvitují.

3.4.6 Trendy, archivace dat

Účelem vizualizace trendů je pomáhat operátorovi v řízení procesu, hlavně při monitorování průběhů minulých, současných a žádaných veličin. Křivky ukazují průběh proměnných hodnot vzhledem k času jako posloupnost bodů nebo čar. **Trendy** jsou hodnoty s časovou známkou, to znamená že ke každé hodnotě je přiřazen i čas pořízení této hodnoty. **Trendování** je **ukládání hodnot** s časovou známkou do paměti a na disk počítače. Tyto hodnoty lze následovně zobrazovat graficky jako časové průběhy těchto veličin nebo je získávat pro další analýzy.[7]

Podle reálného času dělíme trendy na **historické (minulé)** a **současné (reálné)**. **Historické trendy** zobrazují průběhy z archivních, minulých úseků, hlavně pro analýzu a ověření. Tyto údaje mohou využít i jiné moduly. **Současné trendy** zobrazují aktuální hodnoty a hodnoty v krátkém časovém úseku před reálným časem.(Obr. 13)

Tak jako pro většinu objektů na vizualizační obrazovce platí i pro zobrazení trendů jistá pravidla. Trendové obrazy by měly být vizualizované v pracovní části obrazovky jako překrývající se okno. Jejich základními prvky jsou titulní pole, pole popisu a pole průběhu trendu. Titulek slouží pro označení zobrazení, pole popisu trendu slouží pro ujasnění identifikace každého zobrazení, například pomocí barvy. Pole trendů se volí co největší a jeho podklad může být světlejší než podklad titulku a popisku. Pole trendů může obsahovat mřížku sloužící pro ulehčení čtení. Tu tvoří čáry jako rozlišení stupnic času a hodnot. K dispozici by však měla být i volba jejího vypnutí.



Obr.13 Ilustrativní příklad zobrazení trendů v systému Promotic [7]

3.4.7 Provozní deník

Provozní deník obsahuje všechny zápisy o důležitých stavech systému a zásazích obsluhy. Obsahuje historické události, proběhlé alarmy a jiné činnosti systému. Mohou to být např. přihlášení, odhlášení obsluhy, potvrzení zpráv, alarmů obsluhou, porucha ventilu, sběru dat, komunikace apod. Narozdíl od archivace dat obsahuje pouze zápisy o stavu řízeného systému

a zásazích obsluhy, ale neobsahuje konkrétní hodnoty měřených, ovládaných veličin, ty jsou archivovány prostřednictvím trendování, viz kap.3.4.6.

3.5 Rozdíly od sekvenčního programování

Mezi programováním systémů SCADA/HMI a klasickým programováním existují jisté rozdíly. Při klasickém sekvenčním programování se při dané události program přečte "příkaz po příkazu" a vykoná se daný algoritmus v posloupnosti tak, jak je vytvořen programátorem (sekvenční programování). U časového programování se jednotlivé objekty (např. blok zviditelňování aktivace určité události) odečítají v časových intervalech a případný akční zásah je (v normálním provozu) nezávislý na bodu vykonávání příkazu v těle hlavního programu, jako je tomu u sekvenčního programování. Vždy se vykoná pouze určitá část programu (nebo podprogramu), která náleží tomuto objektu. Časování je vlastnost objektu.

4 Přehled trhu

Na trhu se objevuje celá řada zahraničních i tuzemských produktů SCADA/HMI. Některé jsou součástí jednoho velkého systému výrobní inteligence v průmyslové automatizaci např. Wonderware InTouch, druhé jsou zase zaměřeny čistě na vizualizační software, např. český systém Promotic. Jednotlivé programy jsou zaměřeny na různé skupiny uživatelů a jejich cena se odvíjí od jeho možností. Samozřejmě že při výběru není důležitá pouze cena produktu, ale i další hlediska, jako např. otevřenost směrem k technologii procesu, používaný operační systém, využití multimediálních funkcí, reference a služby poskytované výrobcem.

V následujících odstavcích jsou popsány některé vybrané programy. Jedná se většinou o programy o kterých již byla zmínka v předcházejících kapitolách, nebo byly alespoň použity jejich ilustrace.

Wonderware InTouch je jedním ze světově nejpoužívanějším softwarovým produktem kategorie SCADA/HMI. Aplikace InTouch lze provozovat na operačních systémech MS Windows 2000/2003, Windows XP nebo Windows Vista Business/Premium/Ultimate. Pro sběr dat z technologických procesů je k dispozici rozsáhlá nabídka komunikačních I/O serverů přímo od Wonderware nebo od nezávislých softwarových firem. Kromě nástrojů pro snadné vytvoření grafických obrazovek zobrazujících aktuální stavy provozovaných technologií je součástí systému InTouch i správa distribuovaných historických dat umožňující i spolupráci s výkonnou historizační databází Wonderware Historian Server a správa distribuovaných alarmů (výstrah), které lze ukládat do databáze MS SQL Server 2000, MSDE 2000, MS SQL Server 2005 popřípadě MS SQL Server 2005 Express Edition. Standardní součástí systému InTouch jsou také rozšiřující moduly Recipe Manager, SQL Access, SPC (Statistical Process Control) a sada rozšiřujících nástrojů zahrnující mj. knihovny objektů s rozmanitou funkcí, díky nimž je vývoj aplikací snadný a rychlý. K dispozici jsou také systémy InTouch Runtime Read-only, což jsou aplikace InTouch, které umožňují zejména kontrolorům a manažerům pouze prohlížet provozované výrobní procesy, tj. bez možnosti přímých zásahů do řízené technologie.

Promotic je vizualizační software české firmy Microsys. První verze tohoto systému vznikla již v roce 1991 v podobě Promotic TM pro operační systém MS-DOS. Dnešní nejnovější verze je určena všechny novější Windows od verze 98. V tomto systému jsou zabudovány všechny nezbytné komponenty pro tvorbu jednoduchých i rozsáhlých

vizualizačních a řídicích systému. Obsahuje např. Editor aplikace s hierarchickým stromem objektů, editor obrazů, širokou nabídku objektů Promotic, grafické objekty, systémy trendů, alarmů a událostí a další nezbytné komponenty pro správu, komunikaci, zabezpečení.

Reliance je jedním z mnoha produktů české firmy Geovap, spol. s.r.o., založené roku 1991. Je to moderní SCADA/HMI systém určený pro monitorování a ovládání průmyslových technologií, který je vyvíjen na základě několikaletých zkušeností s budováním rozsáhlých aplikací, a podnětů ze strany zákazníků.

Vývojové prostředí existuje ve dvou verzích Desktop a Enterprise. S verzí Desktop je možné vytvářet aplikace typu jeden počítač – libovolné množství stanic. Stanic se rozumí PLC (programovatelný logický automat), telemetrická stanice nebo jiné vstupně-výstupní HW zařízení. Neumožňuje však tvorbu síťových aplikací a ani aplikací pro webové klienty a mobilní zařízení. Výsledná aplikace tak umožňuje komunikaci pouze jednoho počítače s libovolným množstvím stanic. Verze Enterprise obsahuje všechny funkce verze Desktop doplněné o možnost vytváření síťových aplikací s libovolným množstvím nahlízacích a ovládacích vzájemně propojených pracovišť. Tato verze dále umožňuje export existující aplikace do tvaru určeného pro tenké klienty (Reliance 4 Web Client a Reliance 4 Mobile Client). Výsledná aplikace tak umožňuje komunikaci libovolného počtu počítačů s libovolným množstvím stanic a současně předávání dat tenkým (viz dále) klientům.

Runtime moduly jsou také v několika verzích, které kromě základních funkcí runtime modulů, umožňují či neumožňují další funkce. Například verze Reliance 4 View umožňuje všechny základní funkce běžné pro runtime moduly, ale neumožňuje ovládání vizualizovaného technologického procesu. Pro ovládání je k dispozici verze Reliance 4 Control. Velice podobné je to s dalšími verzemi Reliance 4 Server a Reliance 4 Control Server. Reliance 4 Server je program, který má kromě společných funkcí runtime modulů funkci datového serveru pro klientské runtime moduly a tenké klienty (Reliance 4 Web Client, Reliance 4 Mobile Client). Obsahuje zabudovaný webový server. Zajišťuje poskytování dat a alarmů klientům, vykonávání povelů přijatých od klientů a generování sestav na základě požadavků klientů. Neumožňuje však zobrazení vizualizačních obrazovek. Používá se proto jako nevizuální datový koncentrátor a datový server. Je vhodný zejména pro pracoviště bez obsluhy. Reliance 4 Control Server je program, který má kromě společných funkcí runtime modulů všechny funkce programů Reliance 4 Control a Reliance 4 Server. Je určen pro pracoviště s dostatečně výkonným počítačem, který je schopen zároveň obsluhovat dispečerské požadavky, klientské runtime moduly a tenké klienty (Reliance 4 Web Client, Reliance 4 Mobile Client).

Reliance 4 Web Client je program pro spuštění vizualizace u vzdálených uživatelů prostřednictvím sítě Internet. Je založený na platformě Java (JRE 6.0 / Swing) a je tedy nezávislý na operačním systému a webovém prohlížeči. Jako datový server využívá Reliance 4 Control Server nebo Reliance 4 Server. Reliance 4 Web Client je tenký klient - má pouze část funkcí runtime modulů. Umožňuje mj. zobrazení vizualizačních obrazovek s aktuálními daty, ovládání vizualizovaného technologického procesu, zobrazení a kvitaci (potvrzení) aktuálních alarmů, zobrazení historických alarmů a zobrazení historických dat ve formě grafů a výstupních sestav.

Reliance 4 Mobile Client je program pro spuštění vizualizace na mobilních zařízeních (PDA atd.). Je určen pro operační systém Windows CE a Microsoft .NET Compact Framework 2.0. Má stejné funkce jako Reliance 4 Web Client.

Protože každý výrobce hardwaru používaného při automatizovaném řízení má svůj programovací nástroj, je na trhu velké množství různých programových nástrojů. Mezi nejznámější a největší výrobce patří Siemens se svými SCADA/HMI produkty Simatic

WinCC a FactoryLink. Další velký a známý výrobce Mitsubishi nabízí svůj software pro vizualizaci a rozhraní člověk- stroj MX4. Z tuzemských výrobců hardwaru jsou to Moravské přístroje, které mají svůj systém zvaný ControlWeb.

5 Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit ucelený souhrn základních principů automatického řízení a základní popis vybraných vizualizačních programů používaných v procesním průmyslu a energetice.

Systémy pro vizualizaci, označovány zkratkou SCADA/HMI jsou součástí celého řídicího systému počítačem řízené výroby (CIM). V tomto systému slouží jako rozhraní mezi vyššími úrovněmi podnikových informačních systémů a mezi vlastním provozem. Jsou to nástroje pro vytvoření aplikací, které zviditelňují stavy a děje v konkrétním řízeném technologickém procesu. Umožňují jeho řízení, monitorování, dozor, archivování dat, vedení záznamu o řízení procesu a zajišťují komunikaci s nižšími vrstvami automatizovaného řízení.

Pro správnou funkci vizualizace je dobré dodržovat některá psaná i nepsaná pravidla a řídit se platnými normami. Pro tvorbu obrazovky jsou důležitá i ergonomická a psychologická hlediska. Výměna informací mezi uživatelem a řízeným systémem by měla být jednoduchá a efektivní, protože to nejen zpříjemňuje práci operátora, ale také zmenšuje možnost chyby a omezuje vznik škod. Obrazovka by měla mít jednoduchou koncepci, rozdělenou do několika částí, přičemž klademe důraz na nejdůležitější informace.

V kapitole 3.3 byly použity ilustrace vývojové a runtime verze systému Reliance. V porovnání s teorií uvedenou v [3], se runtime verze trochu liší. Rozdělení této řídicí obrazovky je poněkud jiné. Neobsahuje přehledovou část, klávesnicovou část. V této vizualizaci je pohled na technologii a pracovní část na jedné obrazovce. V tomto případě však vizualizace zůstává nadále přehledná protože se jedná o poměrně jednoduchou koncepci vizualizace řízení vzduchotechniky, která neobsahuje velké množství objektů.

Jak již bylo v závěru řečeno, SCADA/HMI také zajišťují komunikaci s nižšími vrstvami automatizovaného řízení, podle obr. 6 a 7, označené jako automatické řízení. Je to systém zajišťující řízení a regulaci řízeného procesu. V přímé komunikaci se SCADA/HMI jsou programovatelné automaty (PLC, PAC), které zajišťují funkci regulátoru. Přijímají informace od senzorů a řídí daný proces. Pomocí předem daného (naprogramovaného) algoritmu vysílají instrukce akčním členům, které vykonávají zásah do řízeného procesu.

Ve světě, ale i u nás, je velké množství výrobců hardwaru pro automatizaci a řízení, používaných při řízení technologických procesů. Většina výrobců HW pro řízení nabízí i svůj programovací software a při návrhu nové technologie se projektant musí vyrovnat nejen s mnohdy problematickým technickým řešením, ale i s vhodnou volbou řídicího mechanismu a nepřehledným výběrem komerčních produktů mnoha výrobců.

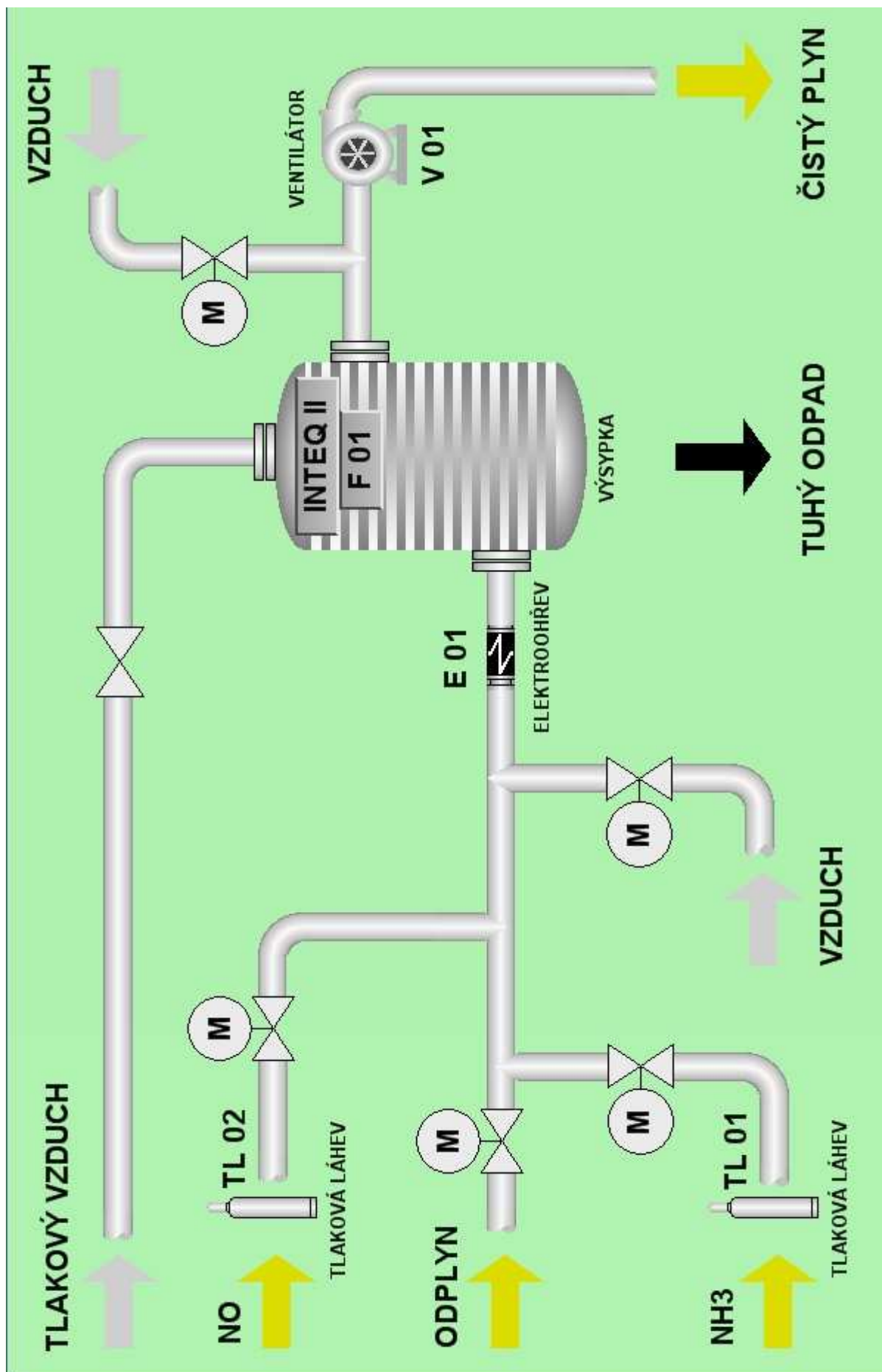
Seznam použité literatury

- [1] Balátě, J.: *Automatické řízení*. 1.vyd. Praha: BEN, 2003. 663 s. ISBN 80-7300-020-2.
- [2] Švarc, I.: *Automatizace - Automatické řízení*. 1. vyd. Brno: CERM, 2002. 264 s. ISBN. 80-214-2943-7
- [3] Landryová, L.: *Podklady k předmětu Vizualizace procesů* [online]. 2000-06-05 [cit. 2009-05-25]. Dostupné z: <http://fs1.vsb.cz/8_LANDRYOVA_VIZUAL>.
- [4] Cendelín, J., Plisk *Současné vývojové směry projektování IŘS technologických procesů*: Automa [online]. 07/2000.
Dostupný z <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=27809>
- [5] Šmejkal, L.: Vizualizační systémy- přehled trhu. *Automatizace*, 2006, roč. 49, č. 4, s. 282-283.
- [6] Prospekty Výrobní inteligence v průmyslové automatizaci, Pantek, Hradec Králové (CZ), 2009
- [7] Promotic, [online]
Dostupné z <<http://www.promotic.eu/cz/promotic/scada-pm.htm>>
- [8] Reliance, [online]
Dostupné z <<http://www.reliance.cz/cs/products>>

Seznam příloh

1. CD-ROM obsahující: vlastní práci ve formátu pdf, zdroje ve formě obrázků, dokumentů pdf, PID schéma speciální filtrační jednotky INTEQ II ve formátu dwg, základní návrh pro tvorbu vizualizačního systému speciální filtrační jednotky INTEQ II ve formátu jpg.
2. Základní návrh pro tvorbu vizualizačního systému u speciální filtrační jednotky INTEQ II
3. PID diagram speciální filtrační jednotky INTEQ II

Základní návrh pro tvorbu vizualizačního systému u speciální filtrační jednotky INTEQ II. Aktivní prvky (např. informace o tlaku či teplotě) se vkládají do obrazu technologie jako dynamické objekty, které poskytuje vývojová verze příslušného vizualizačního programu.



PID diagram speciální filtrační jednotky INTEQ II

